

Анизотропия пьезосвойств многослойных композитов системы «пьезокерамика-полимер»

Д.И. Макарьев, А.Н. Рыбьянец, Н.А. Швецова, А.Н. Резниченко

Южный федеральный университет, 344090 Ростов-на-Дону, Россия

e-mail: dmakarev@rambler.ru

Для ряда применений важное значение имеет анизотропия пьезосвойств материалов, на основе которых изготавливаются пьезоэлементы для тех или иных устройств. Например, при работе широкополосных ультразвуковых преобразователей наличие паразитных шумов в полосе пропускания крайне отрицательно сказывается на их характеристиках. При этом зачастую наличие паразитных реверберационных шумов устройств отвечает наличие ненулевых значений пьезомодуля d_{31} пьезоэлемента. В то же время, полезные для данного применения свойства обусловлены, прежде всего, величиной пьезомодуля d_{33} . Поэтому существует потребность в материалах, у которых высокое значение одного из пьезомодулей сочетается с низкими или нулевыми значениями остальных. Особенно важное значение это имеет для пары d_{33} и d_{31} .

В качестве объекта исследования был выбран многослойный композит системы «пьезокерамика-полимер». Композит представляет собой многослойную структуру, каждый слой которой состоит из пьезокерамических частиц, скрепленных между собою полимерной связкой. Для обеспечения электрического контакта между пьезокерамическими частицами между слоями были нанесены металлические проводящие прослойки. Размеры частиц позволяют им непосредственно контактировать с обеими проводящими прослойками каждого слоя. Подобный композит может быть адаптирован для изготовления по одной из аддитивных технологий и, следовательно, может считаться цифровым пьезоматериалом [1].

Образцы данного композита были изготовлены в виде прямоугольных пластин с размерами снабженных электродами плоскостей 12×10 мм². Толщина слоя составила 2 мм, количество слоев - три. Резонансными методами были измерены пьезомодули d_{33} и d_{31} образцов, а также коэффициенты электромеханической связи толщинной k_t и радиальной мод колебаний k_r , их добротности и другие электромеханические характеристики. Анизотропия пьезомодулей была определена как отношение пьезомодулей d_{33} и d_{31} , анизотропия энергетических характеристик – как отношение коэффициентов электромеханической связи k_t/k_r . Измерения показали, что образцы обладают высокой анизотропией электромеханических характеристик и низкой добротностью. Это позволяет использовать подобные материалы в качестве активных элементов при изготовлении широкополосных приемников ультразвука, ультразвуковых преобразователей, а также других применений, требующих использования анизотропных низкодобротных элементов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № 0852-2020-0032 (БА30110/20-3-07ИФ)).

1. Д.И. Макарьев, А.Н. Рыбьянец, Г.М. Маяк, *Письма в ЖТФ* **41**(В7), 22 (2015).